

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-051904

(43)Date of publication of application : 22.02.2000

(51)Int.Cl.

B21B 1/16

B21B 19/10

B21D 3/14

(21)Application number : 10-220171

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 04.08.1998

(72)Inventor : KUBOKI TAKASHI
KURODA KOICHI
AKIYAMA MASAYOSHI**(54) MANUFACTURE OF METALLIC MATERIAL WITH CIRCULAR CROSS- SECTIONAL SHAPE IN OUTER PERIPHERAL PART AND ITS MANUFACTURING DEVICE****(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a size-free rolling method of metallic materials in which the finished cross-sectional shape in the outer peripheral part is approximately complete roundness, the uneven diameter difference is extremely small and the cross-sectional shape in the outer peripheral part having a wide size-free region is circular and its manufacturing device.

SOLUTION: By using a four-way sizing roller as a final sizing roller, arranging each roller axis of a pair of rollers out of the opposing roller pairs mutually inclining in the opposite direction to the advancing direction of a material to be rolled, further arranging each roller axis of a pair of rollers on the other side in the opposite direction mutually to the advancing direction of the material to be rolled and moreover, inclining it in the opposite direction to the case of the roller of a pair of the different rollers, finish rolling is executed. Each roller axis of the sizing rollers may be arranged and inclined in the same direction to the advancing direction of the material to be rolled. The final sizing roller is the four-way sizing roller having a mechanism for adjusting roller rolling-down and a mechanism for arranging/inclining the roller axis.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3309807

[Date of registration] 24.05.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right] 24.05.2005

*** NOTICES ***

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the approach of manufacturing metal material with the circular cross-section configuration of the periphery section by two or more sets of the continuous mill groups which have a method sizing roller of four in the downstream of the last finishing mill. Inclination arrangement of each roller shaft of one pair of rollers is mutually carried out to hard flow to the travelling direction of rolled material among the roller pairs which said method sizing roller of four counters. Furthermore, the manufacture approach of metal material with the circular cross-section configuration of the periphery section which is hard flow mutual, carries out inclination arrangement of each roller shaft of one pair of another rollers to the travelling direction of rolled material in the direction contrary to the case of one pair of another aforementioned rollers moreover, and is characterized by carrying out sizing.

[Claim 2] It is the approach of manufacturing metal material with the circular cross-section configuration of the periphery section by two or more sets of the continuous mill groups which have a method sizing roller of four in the downstream of the last finishing mill. Both carry out inclination arrangement of each roller shaft of one pair of rollers in the same direction to the travelling direction of rolled material among the roller pairs which said method sizing roller of four counters. Furthermore, the manufacture approach of metal material with the circular cross-section configuration of the periphery section characterized by for each roller shaft of one pair of another rollers also carrying out inclination arrangement, and both carrying out sizing in the same direction to the travelling direction of rolled material.

[Claim 3] It is equipment which manufactures metal material with the circular cross-section configuration of the periphery section constituted from a method sizing roller of four by which continuation arrangement was carried out by the downstream of the last finishing mill of the rolling mill group which consists of two or more sets of rolling mills, and said rolling mill group. Said method sizing roller of four has a roller pressing-down adjustment device and a roller plunge arrangement device. Inclination arrangement of each roller shaft of one pair of rollers is mutually carried out to hard flow to the travelling direction of rolled material among the roller pairs which counter, and each roller shaft of one pair of another rollers receives the travelling direction of rolled material further. Mutually and in hard flow And the manufacturing installation of metal material with the circular cross-section configuration of the periphery section characterized by carrying out inclination arrangement in the direction contrary to the case of one pair of another aforementioned rollers.

[Claim 4] It is equipment which manufactures metal material with the circular cross-section configuration of the periphery section constituted from a method sizing roller of four by which continuation arrangement was carried out by the downstream of the last finishing mill of the rolling mill group which consists of two or more sets of rolling mills, and said rolling mill group. Said method sizing roller of four has a roller pressing-down adjustment device and a roller plunge arrangement device. And inclination arrangement of each roller shaft of one pair of rollers is carried out for both in the same direction to the travelling direction of rolled material among the roller pairs which counter. Furthermore, the manufacturing installation of metal material with the circular cross-section configuration of the periphery section where each roller shaft of one pair

of another rollers is also characterized by carrying out inclination arrangement of both in the same direction to the travelling direction of rolled material.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the method of manufacturing metal material with the circular cross-section configuration of the periphery section with the sizing roller with which the cross-section configuration of the periphery section was installed in the downstream of a rolling mill group and its rolling mill group about the manufacture approach of circular metal material, and its manufacturing installation, and its manufacturing installation. While using the same roller (pass roller) in more detail, the pressing-down location and roller inclination of axis of a roller are related with the stepless continuation sizing approach of it having been stepless and having changed, and it being stepless and having enabled it to change the diameter of the rolled material after sizing (metal material with the circular cross-section configuration of the periphery section), and its equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] After a desired dimension (diameter) is made to metal material with the circular cross-section configuration of the periphery section, for example, the wire rod which uses various kinds of metallic materials as a base material and a bar, a steel pipe, etc. by "primary processing" of rolling etc., the final industrial product which the so-called "2 or 3rd processing" is performed, and has a desired configuration further is made to them. For this reason, in order to aim at the yield in "the 2 or 3rd processing", and improvement in working capacity, a high precision is required of metal material with the circular cross-section configuration of a "primary processing" finishing as in a fine pitch.

[0003] Therefore, when rolling out metal material with the circular cross-section configuration of the periphery section, generally the roll (pass roll) was prepared for every [of a flat rolled product] dimension (diameter), and carrying out a roll substitute according to slight modification of a finishing diameter (henceforth the diameter of finishing) has been performed. However, in the case of this general rolling approach, production efficiency needs to fall for a roll substitute and it is necessary to hold much rolls further. In addition, in the following explanation, since it is easy, "metal material with the circular cross-section configuration of the periphery section" is only called "metal material with a circular cross-section configuration."

[0004] In order to solve the above problems, a roll pressing-down location is adjusted to a stepless story using the same roll, and the technique about the so-called "size free rolling" which is stepless and can change the diameter of finishing by this is proposed variously. Among these, the technique of using 4 roll rolling mill for finishing rolling is indicated by JP,62-199206,A and JP,5-38501,A.

[0005] In the rolling approach according to two sets of 4 roll rolling mill in JP,62-199206,A By making the pass of the roll of eight of the circular and above-mentioned two sets of rolling mills into the same configuration where were, and carried out and the radii of 120% of diameter and the suitable side relief section were allotted for a material to the circle of a material, and choosing the draft of a roll as arbitration The "sizing rolling approach of bar line material" which carries out sizing of the material in 80% of range of a material diameter thru/or a material diameter is proposed. According to this technique (henceforth the conventional technique 1), by

usual about 90 degrees, compared with the rolling approach (henceforth the 2 roll rolling-out method) which carries out continuation arrangement of the 2 roll rolling mill, ***** (the max of the diameter in the same cross section of a finishing product and the minimum difference) decreases to a phase, and the sizing possible range at the time of making ***** into 2.1% is expand to 80% of range of a material diameter thru/or a material diameter.

[0006] In the sizing rolling approach rolled out to a serial to the material with which the cross section was rolled out almost circularly by JP,5-38501,A by two sets of 4 roll rolling mills which shifted the 45 degrees of the pressing-down directions mutually The "sizing rolling approach of round bar steel" which makes the pass of each roll of 4 roll rolling mill of a two pass eye at least the configuration where the radii of a diameter smaller 1 to 14% than the diameter of a material and suitable side relief were arranged, and adjusts and carries out sizing of the mill opening is proposed. In the case of this technique (henceforth the conventional technique 2), since the diameter (diameter of the perfect circle section of a pass) of the radii of a pass is smaller than the diameter of a material, It not only gives the tolerance of ***** in the small direction of the diameter of a product like the sizing technique by 4 roll rolling mill which made larger than the diameter of a material the diameter of the radii of the pass which makes the above-mentioned conventional technique 1 the start, but it can take the tolerance of ***** also in the large direction of the diameter of a product. Therefore, according to this conventional technique 2, compared with the conventional technique 1 etc., it can be expanded about twice, the size (diameter) range, i.e., sizing possible range, of the product which can be orthopedically operated only by adjustment of a mill opening.

[0007] As both the above-mentioned conventional technique 1 and the conventional technique 2 are shown in drawing 6 (a), in the state of the mill opening which can form the circle of "the dimension s1 in the diameter D1 = side relief section in a pass pars basilaris ossis occipitalis", a product can be mostly rolled out to a perfect circle by the pass of the roll of four (that is, a product configuration is mostly made into a perfect circle). However, diameter D2 in a pass pars basilaris ossis occipitalis if it changes into the condition of having contracted the mill opening, as [show / in drawing 6 (b)] from the condition shown in drawing 6 (a) (distance between groove bottoms of the roll pass which counters) Dimension s2 in the side relief section A difference will arise. For this reason, by the approach of the conventional technique 1 or the conventional technique 2, although the sizing possible range spreads greatly compared with the 2 roll rolling-out method, if it is rolled out using the same roll, it cannot avoid that big ***** arises, and cannot fully meet the demand of the industrial world given to wanting to make large further the sizing possible range of the same roll.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention was made in view of the above-mentioned present condition, and performs sizing not with a reduction roll but with a sizing roller. The sizing possible range using the same roller (henceforth a size free field) is wide. Since the difference of the diameter in a pass pars basilaris ossis occipitalis and the dimension in the side relief section is small even if the rolling draft for sizing changes, a finishing cross-section configuration by the perfect circle mostly ***** [very small] It aims at offering the "size free rolling" approach as the manufacture approach of a metallic material with a circular cross-section configuration, and its manufacturing installation.

[0009] In addition, the "roll" which the "roller" as used in the field of this invention does not have a drive system, and has a drive system is distinguished.

[0010]

[Means for Solving the Problem] The summary of this invention is in the manufacturing installation of metal material with the circular cross-section configuration shown in the manufacture approach of metal material with the circular cross-section configuration shown in following (1) and (2) and (3), and (4).

[0011] (1) It is the approach of manufacturing metal material with a circular cross-section configuration by two or more sets of the continuous mill groups which have a method sizing roller of four in the downstream of the last finishing mill. Inclination arrangement of each roller shaft of one pair of rollers is mutually carried out to hard flow to the travelling direction of rolled

material among the roller pairs which said method sizing roller of four counters. Furthermore, the manufacture approach of metal material with the circular cross-section configuration which is hard flow mutual, carries out inclination arrangement of each roller shaft of one pair of another rollers to the travelling direction of rolled material in the direction contrary to the case of one pair of another aforementioned rollers moreover, and is characterized by carrying out sizing.

[0012] (2) It is the approach of manufacturing metal material with a circular cross-section configuration by two or more sets of the continuous mill groups which have a method sizing roller of four in the downstream of the last finishing mill. Both carry out inclination arrangement of each roller shaft of one pair of rollers in the same direction to the travelling direction of rolled material among the roller pairs which said method sizing roller of four counters. Furthermore, the manufacture approach of metal material with the circular cross-section configuration characterized by for each roller shaft of one pair of another rollers also carrying out inclination arrangement, and both carrying out sizing in the same direction to the travelling direction of rolled material.

[0013] (3) It is equipment which manufactures metal material with the circular cross-section configuration constituted from a method sizing roller of four by which continuation arrangement was carried out by the downstream of the last finishing mill of the rolling mill group which consists of two or more sets of rolling mills, and said rolling mill group. Said method sizing roller of four has a roller pressing-down adjustment device and a roller plunge arrangement device. Inclination arrangement of each roller shaft of one pair of rollers is mutually carried out to hard flow to the travelling direction of rolled material among the roller pairs which counter, and each roller shaft of one pair of another rollers receives the travelling direction of rolled material further. Mutually and in hard flow And the manufacturing installation of metal material with the circular cross-section configuration characterized by carrying out inclination arrangement in the direction contrary to the case of one pair of another aforementioned rollers.

[0014] (4) It is equipment which manufactures metal material with the circular cross-section configuration constituted from a method sizing roller of four by which continuation arrangement was carried out by the downstream of the last finishing mill of the rolling mill group which consists of two or more sets of rolling mills, and said rolling mill group. Said method sizing roller of four has a roller pressing-down adjustment device and a roller plunge arrangement device. And inclination arrangement of each roller shaft of one pair of rollers is carried out for both in the same direction to the travelling direction of rolled material among the roller pairs which counter. Furthermore, the manufacturing installation of metal material with the circular cross-section configuration to which each roller shaft of one pair of another rollers is also characterized by carrying out inclination arrangement of both in the same direction to the travelling direction of rolled material.

[0015] Hereafter, above-mentioned (1) - (4) is called invention of (1) - (4), respectively.

[0016] In addition, as already stated, the "roll" which a "roller" does not have a drive system and has a drive system is distinguished clearly.

[0017] With "4 Way sizing roller", the equipment which has a roller for the four sizing with the same pass arranged at intervals of 90 degrees as the same location of a rolling direction is pointed out.

[0018] "Inclination arrangement of each roller shaft of one pair of rollers is mutually carried out to hard flow to the travelling direction of rolled material among the roller pairs which a 4 Way sizing roller counters. Saying that furthermore, it is hard flow and inclination arrangement of each roller shaft of one pair of another rollers is moreover mutually carried out to the travelling direction of rolled material in the direction contrary to the case of one pair of another aforementioned rollers" For example, as shown in drawing 3, it says twisting and arranging each roller shaft of a sizing roller to hard flow.

[0019] Moreover, it says carrying out inclination arrangement of each roller shaft of a sizing roller to the sense shown to drawing 4 "4 Both carry out inclination arrangement of each roller shaft of one pair of rollers in the same direction to the travelling direction of rolled material among the roller pairs which a way sizing roller counters, and each roller shaft of one pair of another rollers also carries out inclination arrangement of both in the same direction to the

travelling direction of rolled material further."

[0020] this invention persons were easy facility structures, examined many things about the means for realizing "size free rolling", and acquired the following knowledge.

[0021] ** If sizing is carried out with a roller without a drive system, compared with the case where sizing is carried out, facility structure can be simplified with the reduction roll which has a drive system.

[0022] ** If the method sizing roller of four is used when carrying out sizing with a roller, since spread can be made small compared with the case where the method sizing roller of two and the method sizing roller of three are used and the bias of strain distribution can moreover be lessened, a homogeneous product will be obtained.

[0023] Then, the further examination was added about "size free rolling" which installs the method sizing roller of four in the downstream (appearance side) of the last finishing mill. Consequently, the following matter became clear.

[0024] ** Use the method sizing roller of four for the downstream (appearance side) of a finishing mill as a roller for sizing. If a roller pass uses for said method sizing roller of four the roller (the roller which has this round groove is hereafter called "round groove roller") which has the pass (henceforth a round groove) which is the so-called, almost circular "round configuration" Inclination arrangement of each roller shaft of one pair of rollers is mutually carried out to hard flow to the travelling direction of rolled material among the roller pairs which the method sizing roller of four counters. Furthermore, by carrying out inclination arrangement and moreover, carrying out sizing of each roller shaft of one pair of another rollers mutually in hard flow to the travelling direction of rolled material, in the direction contrary to the case of one pair of another aforementioned rollers, the cross-section configuration of a product can be mostly made into a perfect circle, and "size free rolling" can be realized.

[0025] Radius r_1 with the pass pars basilaris ossis occipitalis single here as the roller pass of the method sizing roller of four indicates it in drawing 7 as a "round configuration" except the side relief section 3 expressed with an include angle θ The thing of a pass configuration with the perfect circle field which consists of radii is said. in addition, the cross section of the side relief section 3 -- a radius -- single radius r_1 of the above-mentioned pass pars basilaris ossis occipitalis Radius r_2 which it is it is -- single radius r_1 of radii or said pass pars basilaris ossis occipitalis It is the straight line which touches radii in many cases, and the include angle θ showing the side relief section 3 (henceforth a side relief angle) is usually 5-25 degrees. In addition, the free-surface section 7 in sizing with the method sizing roller of four was also shown in this drawing 7.

[0026] The projection configuration of the travelling direction of the rolled material of the roller pass at the time of using a round groove roller for drawing 5, and changing a roller gap to it is shown. As shown in drawing 5 (a), it sets on a round groove roller, and it is the radius r_1 of the perfect circle field of a roller pass. When equal to one half of the diameters d of finishing, the projection configuration of the travelling direction of the rolled material of a roller pass will become a perfect circle if the side relief section 3 is removed. In order to make the diameter of finishing small to h , when it presses down with a roller from this condition (i.e., if distance between groove bottoms of the roller which makes a roller gap small and counters is set to h), it is the dimension [in / as shown in drawing 5 (b) / to the shape of a square / in the projection configuration of the travelling direction of the rolled material of a roller pass / the acquaintance side relief section] s_2 . It becomes larger than the diameter h in the groove bottom section. However, it is $h=s_3$, when a roller gap is made small, distance between groove bottoms of a roller is set to h and proper amount inclination arrangement of the roller shaft is carried out, as shown in drawing 5 (c). It becomes and the projection configuration of the travelling direction of the rolled material of a roller pass can be brought close to a perfect circle.

[0027] ** If the method sizing roller of four is used for the downstream (appearance side) of a finishing mill as a roller for sizing and a round groove roller is used for said method sizing roller of four like above ** Both carry out inclination arrangement of each roller shaft of one pair of rollers in the same direction to the travelling direction of rolled material among the roller pairs which the method sizing roller of four counters. Furthermore, to the travelling direction of rolled

material, by carrying out inclination arrangement of both in the same direction, and carrying out sizing, each roller shaft of one pair of another rollers can also make the cross-section configuration of a product a perfect circle mostly, and can realize "size free rolling."

[0028] When distance between groove bottoms of the roller which makes a roller gap small and counters from the condition of drawing 5 (a) is set to h , it is the dimension [in / as shown in drawing 5 (b) / to the shape of a square / in the projection configuration of the travelling direction of the rolled material of a roller pass / the acquaintance side relief section] s_2 . It is as having already stated to become larger than the diameter h in the groove bottom section.

However, it is $h=s_4$, even if it carries out proper amount inclination arrangement of the roller shaft as shown in drawing 5 (d) when a roller gap is made small and distance between groove bottoms of a roller is set to h . It becomes and the projection configuration of the travelling direction of the rolled material of a roller pass can be brought close to a perfect circle.

[0029] ** In the case of the method sizing roller of two, if inclination arrangement of each roller shaft of the roller which counters is mutually carried out to hard flow to the travelling direction of rolled material, turning effort may arise in rolled material and torsion may occur.

[0030] however, the method sizing roller of four -- setting -- " -- each roller shaft of one pair among the roller pairs which counter of rollers -- the travelling direction of rolled material -- receiving -- mutual -- hard flow -- inclination arrangement -- carrying out -- further -- each roller shaft of one pair of another rollers -- the travelling direction of rolled material -- receiving -- mutual -- a direction contrary to the case of one pair of another aforementioned rollers moreover in hard flow -- inclination arrangement" -- even if it carries out, in rolled material, torsion hardly occurs. This is because there are two roller pairs in the case of the method sizing roller of four, so the turning effort generated to rolled material by making both turning effort offset can be controlled.

[0031] This invention is completed based on the above-mentioned knowledge.
 [0032]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the manufacture approach of metal material with the circular cross-section configuration of this invention and its manufacturing installation are explained, referring to a drawing.

[0033] Drawing 1 is drawing explaining the manufacturing installation of metal material with the circular cross-section configuration concerning the manufacture approach of metal material with the circular cross-section configuration concerning invention of (1), and invention of (3). That is, the inside of the roller pair which the method sizing roller S_n of four which installed drawing 1 in the downstream (appearance side) of the last finishing mill counters, Inclination arrangement of each roller shaft 4 of one pair of rollers 1 is mutually carried out to hard flow to the travelling direction of rolled material 2. Furthermore, it is drawing showing the one approach of carrying out inclination arrangement of each roller shaft 4 of one pair of another rollers 1 in hard flow mutually to the travelling direction of rolled material 2 in the direction contrary to the case of one pair of another aforementioned rollers moreover. In addition, drawing 1 (a) is a front view and drawing 1 (b) is a side elevation.

[0034] Drawing 2 is drawing explaining the manufacturing installation of metal material with the circular cross-section configuration concerning the manufacture approach of metal material with the circular cross-section configuration concerning invention of (2), and invention of (4). That is, drawing 2 is drawing showing how [one] both carry out inclination arrangement of each roller shaft 4 of one pair of rollers 1 in the same direction to the travelling direction of rolled material 2 among the roller pairs which said method sizing roller S_n of four counters, and both carry out inclination arrangement also of each roller shaft 4 of one pair of another rollers 1 a in the same direction to the travelling direction of rolled material 2 further. In this drawing, (a) is a front view and (b) is a side elevation.

[0035] Rolled material 2 receives reduction-of-area strip processing of a repeat by the rolling mill group 5 which consists of two or more sets of the rolling mills by which continuation arrangement was carried out. And after the last finishing mill in the rolling mill group 5 receives reduction-of-area strip processing, sizing is carried out to metal material with the circular cross-section configuration which has a desired diameter of finishing with the method sizing roller S_n of four installed in the downstream (appearance side) of this last finishing mill. The roll

pass of the method sizing roller Sn of four is the already described round configuration.

[0036] In this invention, although metal material with the circular cross-section configuration which has a desired diameter of finishing with the method sizing roller Sn of four installed in the downstream of the last finishing mill is made, the number of the rollers for sizing does not need to be one. "Sizing roller unit" 6 [so-called] which become the downstream of the above-mentioned last finishing mill from two or more sets of sizing rollers may be installed, and the last sizing roller in the sizing roller unit 6 must be the method sizing roller Sn of four.

[0037] Especially the rolling mill that constitutes the aforementioned rolling mill group 5 is not specified, and is easy to consist of 2 roll rolling mill, usual 3 roll rolling mill, and usual 4 roll rolling mill. However, further, structure is easy, and it is low, and since the maintenance of exchange of a roll, an alignment, etc. is easy, it is suitable [there are few stands which in the case of 2 roll rolling mill with which continuation arrangement of the about 90 degrees of the rolling mills was carried out with the phase are needed compared with 3 roll rolling mill or 4 roll rolling mill since the reduction of area for every rolling stand can take greatly, and / facility cost] for mass production method, when it is 2 roll rolling mill.

[0038] In addition, all the rolling mills that constitute the rolling mill group 5 in (3), or (4) invention are made into the rolling mill group which consists of a 4 roll rolling mill by which continuation arrangement was carried out with the phase about 45 degrees, and since the thing which all the sizing rollers in the sizing roller unit 6 also become from the method sizing roller of four by which continuation arrangement was carried out with the phase about 45 degrees, then rolled material are pressed down from four directions, the distortion in a cross section is distributed equally. For this reason, metal material with the circular cross-section configuration which has a desired diameter of finishing can be made, without producing a crack etc., even if it is a difficulty processing ingredient. Therefore, the manufacturing installation performed above is suitable for rolling of difficulty processing ingredients, such as titanium.

[0039] The method sizing roller Sn of four which is the last sizing roller has the device (not shown) which carries out inclination arrangement of each roller shaft 4 of said roller 1 to the travelling direction of rolled material 2 while having the pressing-down adjustment device (not shown) of a roller 1.

[0040] What is necessary is just to perform pressing-down adjustment of the roller 1 in the method sizing roller Sn of four in consideration of the mill stiffness for which it asked by experiment etc. beforehand. In addition, what is necessary is just to use for the pressing-down adjustment device of this roller 1 the device which used the screw, the eccentric sleeve, etc. Moreover, what is necessary is just to use a jack device, an oil pressure device, etc. which are a common use means, for example as a device which carries out inclination arrangement of each roller shaft 4 of a roller 1 to the travelling direction of rolled material 2.

[0041] A size free field is the radius rn of the perfect circle field of the roller pass of the method sizing roller Sn of four which is the last sizing roller. It can be set as the range of 2 double less or equal. As drawing 5 (a) was already described, a sizing dimension is the radius rn of the perfect circle field of the roller pass of the method sizing roller Sn of four. The projection configuration of the roller pass seen from the travelling direction of rolled material when equal [twice] and the roller inclination of axis was made into 0 degree will become a perfect circle if the side relief section 3 is removed. When a roller gap is narrowed and a sizing dimension is made small, as shown in drawing 5 (c) and drawing 5 (d), the projection configuration of the travelling direction of the rolled material of a roller pass can be mostly made into a perfect circle except for the side relief section by carrying out proper include-angle inclination arrangement of the roller shaft.

[0042] The configuration in rolling with the method sizing roller Sn of four will be decided by the configuration of the roll pass (or roller pass) of finishing mill Sn-1 (or the sizing roller Sn) located before that. Therefore, in order to make ***** small, the roll pass of rolling mill Sn-1 one set before the method sizing roller Sn of four (or roller pass of the sizing roller Sn) is also made into a round groove, and it is the radius rn of the perfect circle field of the method sizing roller Sn of four about radius rn-1 of the perfect circle field. Near, for example, $0.95 rn \leq rn-1 \leq 1.05 rn$, It is desirable to set up.

[0043] In order to carry out inclination arrangement of each roller shaft 4 of the roller 1 with which the method sizing roller Sn of four which is the last sizing roller counters to the travelling direction of rolled material 2, there is an approach shown in drawing 1 or drawing 2. The detail in these cases is shown in drawing 3 and drawing 4, respectively.

[0044] That is, drawing 3 is drawing showing the detail of one example in the case of carrying out inclination arrangement of each roller shaft of one pair of rollers to hard flow mutually to the travelling direction of rolled material among the roller pairs which the method sizing roller of four counters, and carrying out inclination arrangement of each roller shaft of one pair of another rollers in hard flow mutually to the travelling direction of rolled material further in the direction contrary to the case of one pair of another aforementioned rollers moreover.

[0045] Drawing 4 is drawing showing the detail of one example in case both carry out inclination arrangement of each roller shaft of one pair of rollers in the same direction to the travelling direction of rolled material among the roller pairs which the method sizing roller of four counters and both carry out inclination arrangement also of each roller shaft of one pair of another rollers in the same direction to the travelling direction of rolled material further.

[0046] In addition, in drawing 3 and drawing 4, (a) is [a side elevation and (c of a front view and (b))] top views.

[0047] What is necessary is just to set up Above phi in 0-8 degrees, in order not to make the rolled material which is a product although it is necessary to set up greatly roller inclination-of-axis phi (for example, to refer to drawing 3) as a roller gap becomes narrow as the rolling draft of a roller becomes large so that it may state in detail in the below-mentioned example that is, and a sizing dimension becomes small generate a crack. In addition, when carrying out inclination arrangement of each roller shaft 4 of the roller 1 of the method sizing roller of four to the travelling direction of rolled material so that it may illustrate to drawing 3 and drawing 4, it is necessary to make altogether the aforementioned tilt angle phi about each roller into the same value.

[0048] As already stated, a roller does not have a drive system. For this reason, compressive force acts on rolled material between finishing mill Sn-1 or sizing roller Sn-1 [last], and the last method sizing rollers Sn of four. Therefore, in order to prevent the buckling of the rolled material by this compressive force, it is desirable to set up small the distance of the finishing mill Sn-1 or sizing roller Sn-1 [last], and the last method sizing roller Sn of four. for example, path d0 of rolled material just before sizing of the distance L of the last roll axes of finishing mill Sn-1, or the roller shaft of sizing roller Sn-1 and the roller shaft of the method sizing roller Sn of four is carried out with the method sizing roller Sn of four receiving -- $L \leq (40-50) d_0$ -- desirable -- $L \leq (10-20) d_0$ ** -- it is good to carry out. In addition, it is L/d_0 although clarified in the below-mentioned examples 4 and 5. Sizing can be carried out to the desired diameter d of finishing, without generating a buckling, if following formula ** is filled.

[0049]

$0 \leq 8.1 / \{1 - (d/d_0)^2\}$ of L/d 0.5 An example explains this invention in more detail below **.

[0050]

[Example] (Example 1) It asked for ***** in the case of carrying out sizing by the approach similar to the conventional technique 1 using the round groove roller whose radius of the perfect circle field of a pass is 12.5mm, and the approach similar to the conventional technique 2 using the round groove roller whose radius of the perfect circle field of a pass is 12.0mm geometrically from the material diameter of 25mm. In addition, it was assumed that the absolute value of the difference of the diameter (distance between groove bottoms of the roller pass which counters) D in a pass pars basilaris ossis occipitalis, and the dimension s in the side relief section became *****. Hereafter, ***** for which carried out in this way and it asked is called geometric *****.

[0051] A result is shown in drawing 8. In carrying out sizing by the approach similar to the conventional technique 1, according to change of the diameter of finishing of a product, i.e., a diameter, geometric ***** changes, as the line of L1 shows in drawing 8. In order to hold down geometric ***** to 50 micrometers or less, for example, when carrying out sizing by the approach similar to the conventional technique 1 from this drawing, it turns out that a size free

field serves as the range of 24.1–25.0mm.

[0052] In carrying out sizing by the approach similar to the conventional technique 2, into drawing 8, geometric ***** serves as a line shown by L2, and changes with the diameter of a product. Therefore, in order to hold down geometric ***** to 50 micrometers or less, when carrying out sizing by the approach similar to the conventional technique 2, it turns out that a size free field serves as the range of 23.1–25.0mm.

[0053] Next, it asked for ***** in the case of carrying out sizing by the approach of invention of (1), and invention of (2) using the roller of the pass on the basis of 25mm of diameters of finishing, i.e., the round groove roller whose radius of the perfect circle field of a pass is 12.5mm, geometrically.

[0054] The detail of the configuration of the round groove roller in the method sizing roller of four at this time is shown in Table 1. The roller diameter in Table 1 points out the diameter in a roller pass pars basilaris ossis occipitalis. In addition, even if it carries out inclination arrangement of the roller shaft, and it carries out finishing rolling by the approach of invention of (1) in this case, and carries out inclination arrangement of the roller shaft and carries out finishing rolling by the approach of invention of (2), geometric ***** serves as an equal.

[0055]

[Table 1]

表 1

真円領域の半径	12.5 mm
サイドリリーフ角 θ	30°
サイドリリーフ部半径	25.0 mm
ローラ直径	150.0 mm

[0056] In the approach of invention of (1), and invention of (2), it is necessary to set up roller inclination-of-axis ϕ greatly as a rolling draft is made to increase (i.e., as a roller gap is narrowed and a sizing dimension is made small). And if it asks for the tilt angle (the following, proper tilt angle) from which geometric ***** serves as min, it will become the line shown in drawing 9. If it asks for geometric ***** at the time of using this proper tilt angle for every diameter of finishing, it will become the line shown by LP in drawing 8.

[0057] If the inclination of the line shown by this LP is compared with the inclination of the line shown by L1 in drawing 8, it turns out that geometric ***** can be controlled by the approach of invention of (1), or invention of (2) to 1/20 [in the case of carrying out sizing by the approach similar to the conventional technique 1]. If similarly the line shown by LP is compared with the line shown by L2 in drawing 8, it turns out that geometric ***** can be controlled to a very small value by the approach of invention of (1), or invention of (2) compared with the case where sizing is carried out, by the approach similar to the conventional technique 2.

[0058] (Example 2) The billet of S45C specified to an ingot and produced JIS G 4051 which carried out slabbing by the usual approach After rolling out in diameter of 25mm by 2 roll rolling mill group by the usual approach, Using the method sizing roller Sn of four which has the round groove roller shown in Table 1, by the sizing approach of invention the above (1), and the sizing approach of invention of (2), sizing was carried out to 20–24.6mm (diameter of a product) of diameters of finishing, and ***** was measured. In addition, the distance L of the last roll axes of finishing mill Sn-1 in 2 roll rolling mill group and the roller shaft of the method sizing roller Sn of four was set up so that it might be the 10 times ($10d_0 = 250\text{mm}$) diameter d_0 (25mm) of rolled material after rolling out by the finishing mill Sn-1 [last], i.e., the diameter of rolled material just before sizing is carried out with the method sizing roller Sn of four.

[0059] ***** at the time of carrying out sizing to drawing 10 and drawing 11 by the approach of invention of (1) and the approach of invention of (2), respectively is shown.

[0060] According to this drawing 10 and drawing 11, ***** at the time of carrying out sizing

with the system is somewhat larger than geometric ***** (LP line of drawing 8). This originates in the so-called "backlash" etc. of bearing, and ***** at the time of rolling out with the system also in the conventional technique 1 or the conventional technique 2 becomes somewhat larger than geometric ***** . In addition, a difference is hardly accepted in ***** by the case where sizing is carried out by the case where sizing is carried out by the above mentioned approach of invention of (1), and the approach of invention of (2).

[0061] Furthermore, according to the sizing approach of invention of (1), or invention of (2), it is clear from drawing 10 and drawing 11 that can hold down ***** in the range of all the 20-24.6mm diameters of a product (diameter of finishing) to the very small value of under 0.05mm (50 micrometers), and a size free field becomes very large. In addition, in the sizing approach of invention of (1) or invention of (2), a size free field not being restrained by ***** but receiving constraint from drawing 10 and drawing 11 by setup of roller inclination-of-axis ϕ is assumed.

[0062] In order to make the projection configuration of a roller pass into a perfect circle mostly, it is necessary to set up roller inclination-of-axis ϕ greatly as a sizing dimension becomes small. However, when roller inclination-of-axis ϕ is set up greatly, as the surface of action 8 of the roller and rolled material in the roller groove bottom section shows drawing 12 , for breadth and this reason, a crack may arise in rolled material.

[0063] Then, in order to ask for roller inclination-of-axis ϕ which does not make rolled material produce a crack, [next,] The billet of S45C specified to an ingot and produced JIS G 4051 which carried out slabbing by the usual approach After rolling out by 2 roll rolling mill group by the usual approach, the method sizing roller Sn of four which has the round groove roller shown in the aforementioned table 1 is used. By the sizing approach of invention the above (1), and the sizing approach of invention of (2) Roller inclination-of-axis ϕ was changed in 0-10 degrees, finishing rolling was carried out, and visual observation of the existence of crack generating in the front face of rolled material was carried out. Consequently, it turned out that roller inclination-of-axis ϕ which a crack does not generate in rolled material is a maximum of 8 degrees.

[0064] From already shown drawing 9 , the diameter of finishing (diameter of a product) in case roller inclination-of-axis ϕ is 8 degrees is 21.2mm. Therefore, from drawing 10 and drawing 11 , even when ***** is set to less than 0.05mm, the size free field in the sizing approach of invention the above (1) or the sizing approach of invention of (2) can be made [which exceeds 3mm to 25mm which is the diameter of finishing of criteria] very big.

[0065] The billet of the pure titanium ingoted by the usual approach is hot-rolled in diameter of 25mm by the usual approach. (Example 3) Subsequently It rolls out by the rolling mill group which consists of a 4 roll rolling mill by which continuation arrangement was carried out with the phase about 45 degrees. Using the method sizing roller Sn of four which has the round groove finally shown in Table 1, by the sizing approach of invention the above (1), and the sizing approach of invention of (2), 21.5-24.6mm (diameter of a product) of diameters of finishing was made, and ***** was measured. Furthermore, visual observation of the existence of crack generating in the front face of rolled material was carried out.

[0066] Consequently, the relation between ***** and the diameter of a product (diameter of finishing) is almost equivalent to drawing 10 and drawing 11 , and the crack was not accepted in the front face of the finished product.

[0067] (Example 4) The billet of S45C specified to an ingot and produced JIS G 4051 which carried out slabbing by the usual approach After rolling out in diameter of 25mm by 2 roll rolling mill group by the usual approach, Using the method sizing roller Sn of four which has the round groove roller shown in Table 1, by the sizing approach of invention the above (1), 20.5-24.5mm (diameter of a product) of diameters of finishing was made, and the generating situation of a buckling was investigated. In addition, the distance L of the last roll axes of finishing mill Sn-1 in 2 roll rolling mill group, and the roller shaft of the method sizing roller Sn of four the diameter of rolled material after rolling out by the finishing mill Sn-1 [last] -- that is, It changed in the 50 times [10 times to] (10d 0-50d 0 = 250-1250mm) as much range as the diameter d0 (25mm) of rolled material just before sizing is carried out with the method sizing roller Sn of four, and the effect affect buckling generating of the above-mentioned distance L was considered.

[0068] It is L/d_0 to drawing 13. The difference of the buckling generating situation by the difference in the diameter d of a product (diameter of finishing) is shown. It is shown that, as for "x", the buckling produced that a buckling did not produce "O" in drawing.

[0069] According to this drawing 13, it is L/d_0 . The small thing for which sizing can be carried out is so clear that the distance L of the last roll axes of finishing mill S_{n-1} and the roller shaft of the method sizing roller S_n of four is small if it puts in another way, without covering the diameter of a product of the large range and generating a buckling. For example, although the diameter of a product which can carry out sizing was only 24.5mm, without generating a buckling in $L/d_0 = 40$, in $L/d_0 = 10$, the buckling was produced with no 20.5–24.5mm diameters of a product.

[0070] Similarly, by the sizing approach of invention the above (2), 20.5–24.5mm (diameter of a product) of diameters of finishing was made, and the generating situation of a buckling was investigated. Consequently, the buckling generating situation by the difference between L/d_0 and the diameter d of a product (diameter of finishing) was the same as drawing 13.

[0071] (Example 5) The billet of S45C specified to an ingot and produced JIS G 4051 which carried out slabbing by the usual approach After rolling out in diameter of 50mm by 2 roll rolling mill group by the usual approach, Using the method sizing roller S_n of four which has the round groove roller shown in Table 2, by the sizing approach of invention the above (1), 45.5–49.5mm (diameter of a product) of diameters of finishing was made, and the generating situation of a buckling was investigated. In addition, the distance L of the last roll axes of finishing mill S_{n-1} in 2 roll rolling mill group, and the roller shaft of the method sizing roller S_n of four the diameter of rolled material after rolling out by the finishing mill S_{n-1} [last] — that is, It changed in the 60 times [10 times to] ($10d_0 - 60d_0 = 500 - 3000\text{mm}$) as much range as the diameter d_0 (50mm) of rolled material just before sizing is carried out with the method sizing roller S_n of four, and the effect affect buckling generating of the above-mentioned distance L was considered.

[0072]

[Table 2]

表 2

真円領域の半径	25.0 mm
サイドリリーフ角 θ	30°
サイドリリーフ部半径	50.0 mm
ローラ直径	150.0 mm

[0073] It is L/d_0 to drawing 14. The difference of the buckling generating situation by the difference in the diameter d of a product (diameter of finishing) is shown. It is shown that, as for "x", the buckling produced that a buckling did not produce "O" in drawing.

[0074] Also from this drawing 14, it is L/d_0 . The small thing for which sizing can be carried out is so clear that the distance L of the last roll axes of finishing mill S_{n-1} and the roller shaft of the method sizing roller S_n of four is small if it puts in another way, without covering the diameter of a product of the large range and generating a buckling. For example, although the diameter of a product which can carry out sizing was only 49.5mm, without generating a buckling in $L/d_0 = 50$, in $L/d_0 \leq 20$, the buckling was produced with no 45.5–49.5mm diameters of a product.

[0075] Similarly, by the sizing approach of invention the above (2), 45.5–49.5mm (diameter of a product) of diameters of finishing was made, and the generating situation of a buckling was investigated. Consequently, the buckling generating situation by the difference between L/d_0 and the diameter d of a product (diameter of finishing) was the same as drawing 14.

[0076] The distance L of the roll axes of finishing mill S_{n-1} of last [result / of an example 4 and an example 5], or the roller shaft of sizing roller S_{n-1} and the roller shaft of the method sizing roller S_n of four is the path d_0 of rolled material just before sizing is carried out with the method

sizing roller Sn of four. It receives and is $L \leq (40-50) d_0$. Then, it is good and it turns out [$L \leq (10-20) d_0$, then] that it is more desirable.

[0077] In addition, it is L/d_0 as already stated. It is also clear that sizing can be carried out to the desired diameter d of finishing, without generating a buckling, if following type ** is filled.

[0078]

$0 \leq 8.1 / \{1 - (d/d_0)^2\}$ of L/d 0.5 ** [0079]

[Effect of the Invention] According to the manufacture approach of this invention, a finishing cross-section configuration can perform mostly practical size free [*****] rolling which has a size free field large very small moreover by the perfect circle. The manufacture approach of this invention can be enforced comparatively easily by using the manufacturing installation of this invention.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing explaining the sizing approach concerning this invention, and (a) is a front view and (b) is a side elevation.

[Drawing 2] It is another drawing explaining the sizing approach concerning this invention, and (a) is a front view and (b) is a side elevation.

[Drawing 3] Inclination arrangement of each roller shaft of one pair of rollers is mutually carried out to hard flow to the travelling direction of rolled material among the roller pairs which the method sizing roller of four counters. Furthermore, it is drawing showing the detail of one example in the case of being hard flow to the travelling direction of rolled material mutual, and moreover carrying out inclination arrangement of each roller shaft of one pair of another rollers in the direction contrary to the case of one pair of another aforementioned rollers, and (a) is [a side elevation and (c of a front view and (b))] top views.

[Drawing 4] Both carry out inclination arrangement of each roller shaft of one pair of rollers in the same direction to the travelling direction of rolled material among the roller pairs which the method sizing roller of four counters. Furthermore, it is drawing showing the detail of one example in case both carry out inclination arrangement also of each roller shaft of one pair of another rollers in the same direction to the travelling direction of rolled material, and (a) is [a side elevation and (c of a front view and (b))] top views.

[Drawing 5] It is drawing showing the projection configuration of the travelling direction of the rolled material of the roller pass at the time of using a round groove roller for the method sizing roller of four, and changing a roller gap to it. (a) is the radius r_1 of the perfect circle field of a roller pass. The projection configuration in the case of being equal to one half of the diameters d of finishing and (b) The projection configuration of the roller pass at the time of making a roller gap small and setting distance between groove bottoms of a roller to h and (c) In case the projection configuration of the roller pass at the time of carrying out inclination arrangement of each roller shaft of a sizing roller when making a roller gap small, and (d) make a roller gap small, they are the projection configuration of the roller pass at the time of carrying out inclination arrangement of each roller shaft of a sizing roller by the option.

[Drawing 6] It is drawing showing the cross-section configuration of the product obtained by carrying out size free rolling with the conventional method using 4 roll rolling mill, and mostly, (a) is a perfect circle and (b) is 4 square shapes-like.

[Drawing 7] It is the sectional view of the roller pass of the "round configuration" in the method sizing roller of four.

[Drawing 8] It is drawing showing the relation between the diameter of a product at the time of carrying out sizing by the approach similar to the conventional size free rolling, and the approach concerning this invention (diameter of finishing), and ***** for which it asked geometrically.

[Drawing 9] It is drawing explaining the diameter of a product at the time of carrying out sizing by the approach concerning this invention (diameter of finishing), and the relation of a proper tilt angle.

[Drawing 10] It is drawing showing the relation between the diameter of a product at the time of carrying out sizing by the approach concerning this invention (diameter of finishing), and *****.

[Drawing 11] It is drawing showing the relation between the diameter of a product at the time of carrying out sizing by the option concerning this invention (diameter of finishing), and *****.

[Drawing 12] It is drawing showing the surface of action of the roller in the roller groove bottom section, and rolled material.

[Drawing 13] It is drawing showing the buckling generating situation by the difference in L/d_0 (L : d_0 : the distance of the roll axes of the last finishing mill, and the roller shaft of the method sizing roller of four, diameter of rolled material just before sizing is carried out with the method sizing roller of four) and the diameter d of a product (diameter of finishing) at the time of carrying out sizing by the approach concerning this invention.

[Drawing 14] It is another drawing showing the buckling generating situation by the difference in L/d_0 (L : d_0 : the distance of the roll axes of the last finishing mill, and the roller shaft of the method sizing roller of four, diameter of rolled material just before sizing is carried out with the method sizing roller of four) and the diameter d of a product (diameter of finishing) at the time of carrying out sizing by the approach concerning this invention.

[Description of Notations]

1: Roll,

2: Rolled material,

3: Side relief section,

4: Roller shaft,

5: Rolling mill group,

6: Sizing roller unit,

7: Free-surface section,

8: The surface of action of a roller and rolled material,

theta: Side relief angle,

phi: Roller inclination of axis,

d: The diameter of finishing,

h: Distance between roller groove bottoms,

Sn: The method sizing roller of four of the last installed in the downstream of the last finishing mill

Sn-1: The last finishing mill in the rolling mill group 5

Sn-2, Sn-3: Rolling mill

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-51904

(P2000-51904A)

(43)公開日 平成12年2月22日(2000.2.22)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード(参考)
B 2 1 B 1/16		B 2 1 B 1/16	B 4 E 0 0 2
19/10		19/10	B
B 2 1 D 3/14		B 2 1 D 3/14	J

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 12 頁)

(21)出願番号	特願平10-220171	(71)出願人	000002118 住友金属工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
(22)出願日	平成10年8月4日(1998.8.4)	(72)発明者	久保木 孝 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住 友金属工業株式会社内
		(72)発明者	黒田 浩一 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住 友金属工業株式会社内
		(74)代理人	100103481 弁理士 森 道雄 (外1名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 外周部の断面形状が円形の金属材の製造方法及びその製造装置

(57)【要約】

【課題】外周部の仕上げ断面形状がほぼ真円で偏径差が極めて小さく、サイズフリー領域が広い外周部の断面形状が円形の金属材のサイズフリー圧延方法、及びその製造装置を提供する。

【解決手段】①4方サイジングローラを最終のサイジングローラとし、その対向するローラ対のうち、1対のローラの各ローラ軸を被圧延材の進行方向に対して相互に逆方向に傾斜配置し、更に、もう一方の1対のローラの各ローラ軸を、被圧延材の進行方向に対して相互に逆方向で、しかも前記の別の1対のローラの場合とは逆の方向に傾斜配置して仕上げ圧延する。サイジングローラの各ローラ軸を、被圧延材の進行方向に対して同一方向に傾斜配置しても良い。②最終のサイジングローラがローラ圧下調整機構とローラ軸傾斜配置機構を有する4方サイジングローラであるサイズフリー圧延装置。

【特許請求の範囲】

【請求項1】4方サイジングローラを最終の仕上げ圧延機の下流側に有する複数基の連続圧延機群で外周部の断面形状が円形の金属材を製造する方法であって、前記4方サイジングローラの対向するローラ対のうち、1対のローラの各ローラ軸を被圧延材の進行方向に対して相互に逆方向に傾斜配置し、更に、もう一方の1対のローラの各ローラ軸を、被圧延材の進行方向に対して相互に逆方向で、しかも前記の別の1対のローラの場合とは逆の方向に傾斜配置してサイジングすることを特徴とする外周部の断面形状が円形の金属材の製造方法。

【請求項2】4方サイジングローラを最終の仕上げ圧延機の下流側に有する複数基の連続圧延機群で外周部の断面形状が円形の金属材を製造する方法であって、前記4方サイジングローラの対向するローラ対のうち、1対のローラの各ローラ軸を被圧延材の進行方向に対して両方とも同一方向に傾斜配置し、更に、もう一方の1対のローラの各ローラ軸も被圧延材の進行方向に対して両方とも同一方向に傾斜配置してサイジングすることを特徴とする外周部の断面形状が円形の金属材の製造方法。

【請求項3】複数基の圧延機からなる圧延機群と、前記圧延機群の最終の仕上げ圧延機の下流側に連続配置された4方サイジングローラとで構成される外周部の断面形状が円形の金属材を製造する装置であって、前記4方サイジングローラがローラ圧下調整機構及びローラ軸傾斜配置機構を有し、且つ、対向するローラ対のうち、1対のローラの各ローラ軸が被圧延材の進行方向に対して相互に逆方向に傾斜配置され、更に、もう一方の1対のローラの各ローラ軸が、被圧延材の進行方向に対して相互に逆方向で、しかも前記の別の1対のローラの場合とは逆の方向に傾斜配置されていることを特徴とする外周部の断面形状が円形の金属材の製造装置。

【請求項4】複数基の圧延機からなる圧延機群と、前記圧延機群の最終の仕上げ圧延機の下流側に連続配置された4方サイジングローラとで構成される外周部の断面形状が円形の金属材を製造する装置であって、前記4方サイジングローラがローラ圧下調整機構及びローラ軸傾斜配置機構を有し、且つ、対向するローラ対のうち、1対のローラの各ローラ軸が被圧延材の進行方向に対して両方とも同一方向に傾斜配置され、更に、もう一方の1対のローラの各ローラ軸も被圧延材の進行方向に対して両方とも同一方向に傾斜配置されていることを特徴とする外周部の断面形状が円形の金属材の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、外周部の断面形状が円形の金属材の製造方法及びその製造装置に関し、圧延機群とその圧延機群の下流側に設置されたサイジングローラによって外周部の断面形状が円形の金属材を製造する方法及びその製造装置に関する。より詳しくは、同

一のローラ（孔型ローラ）を用いるとともにローラの圧下位置及びローラ軸の傾斜角を無段階で変更して、サイジング後の被圧延材（外周部の断面形状が円形の金属材）の直径を無段階で変更できるようにした無段階連続サイジング方法とその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】外周部の断面形状が円形の金属材、例えば各種の金属材料を母材とする線材や棒材、鋼管などは、圧延などの「1次加工」によって所望の寸法（直径）に仕上げられた後、更に、所謂「2、3次加工」が施されて所望の形状を有する最終的な産業用製品に仕上げられる。このため、「2、3次加工」での歩留まりと作業能率の向上を図るため、「1次加工」仕上げのままの断面形状が円形の金属材には細かいピッチで高い精度が要求される。

【0003】したがって、外周部の断面形状が円形の金属材を圧延する場合、一般に圧延製品の寸法（直径）毎にロール（孔型ロール）を準備し、仕上げ直径（以下、仕上げ径という）のわずかな変更に応じてロール替えを実施することが行われてきた。しかし、この一般的な圧延方法の場合、ロール替えのために生産能率が低下するし、更には数多くのロールを保有する必要がある。なお、以下の説明においては簡単のために、「外周部の断面形状が円形の金属材」を単に「断面形状が円形の金属材」という。

【0004】上記のような問題を解決するために、同一のロールを用いてロール圧下位置を無段階に調整し、これによって仕上げ径を無段階で変更できる所謂「サイズフリー圧延」に関する技術が種々提案されている。このうち、仕上げ圧延に4ロール圧延機を用いる技術が、例えば、特開昭62-199206号公報や特開平5-38501号公報に開示されている。

【0005】特開昭62-199206号公報には、4ロール圧延機の2台による圧延方法において、素材を円形、上記2台の圧延機の8本のロールの孔型を素材の円に対し、同一ないし120%の直径の円弧と適当なサイドリリーフ部を配した形状とし、ロールの圧下を任意に選択することにより、素材を素材直径ないし素材直径の80%の範囲でサイジングする「棒線材のサイジング圧延方法」が提案されている。この技術（以下、従来技術1という）によれば、通常の90°位相に2ロール圧延機を連続配置する圧延方法（以下、2ロール圧延法という）に比べて偏径差（仕上げ製品の同一断面における直径の最大と最小の差）が減少し、偏径差を2.1%とした場合のサイジング可能範囲が素材直径ないし素材直径の80%の範囲に拡大する。

【0006】特開平5-38501号公報には、断面がほぼ円形に圧延された素材に対して、圧下方向を相互に45°ずらした2台の4ロール圧延機によって直列に圧延するサイジング圧延方法において、少なくとも2パス

目の4ロール圧延機の各ロールの孔型を、素材の直径よりも1～14%小さい直径の円弧と適当なサイドリリーフを配した形状とし、ロール間隙を調整してサイジングする「丸棒鋼のサイジング圧延方法」が提案されている。この技術（以下、従来技術2という）の場合、孔型の円弧の直径（孔型の真円部の直径）が素材の直径より小さいため、上記従来技術1を初めとする孔型の円弧の直径を素材の直径より大きくした4ロール圧延機によるサイジング技術のように製品径の小さい方向に偏径差の許容範囲を持たせるばかりでなく、製品径の大きい方向にも偏径差の許容範囲を取ることができる。したがって、この従来技術2によればロール間隙の調整だけで整形可能な製品のサイズ（直径）範囲、つまりサイジング可能範囲が従来技術1などに比べて2倍近く拡大できる。

【0007】上記した従来技術1、従来技術2のいずれについても図6（a）に示すように4本のロールの孔型で、「孔型底部における直径D1＝サイドリリーフ部における寸法s1」の円を形成することができるロール間隙の状態では製品をほぼ真円に圧延する（つまり製品形状をほぼ真円にする）ことができる。しかし、例えば図6（a）に示す状態から、図6（b）に示すようにロール間隙を縮めた状態にすると、孔型底部における直径（対向するロール孔型の溝底間距離）D2とサイドリリーフ部における寸法s2に差が生じてしまう。このため、従来技術1や従来技術2の方法ではサイジング可能範囲は2ロール圧延法に比べて大きく広がるものの、同じロールを用いて圧延すると大きな偏径差が生じることを避けられず、同じロールでのサイジング可能範囲をより一層広くしたいとする産業界の要求に充分に応えることができない。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記現状に鑑みなされたもので、サイジングを圧延ロールではなくサイジングローラで行い、同じローラを用いてのサイジング可能範囲（以下、サイズフリー領域という）が広く、サイジングのための圧下量に変化しても孔型底部における直径とサイドリリーフ部における寸法の差が小さいために仕上げ断面形状がほぼ真円で偏径差が極めて小さい、断面形状が円形の金属材料の製造方法としての「サイズフリー圧延」方法、及びその製造装置を提供することを目的とする。

【0009】なお、本発明でいう「ローラ」は駆動系を有さないものであり、駆動系を有する「ロール」とは区別されるものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の要旨は、下記（1）、（2）に示す断面形状が円形の金属材料の製造方法及び（3）、（4）に示す断面形状が円形の金属材料の製造装置にある。

【0011】（1）4方サイジングローラを最終の仕上げ圧延機の下流側に有する複数基の連続圧延機群で断面形状が円形の金属材料を製造する方法であって、前記4方サイジングローラの対向するローラ対のうち、1対のローラの各ローラ軸を被圧延材の進行方向に対して相互に逆方向に傾斜配置し、更に、もう一方の1対のローラの各ローラ軸を、被圧延材の進行方向に対して相互に逆方向で、しかも前記の別の1対のローラの場合とは逆の方向に傾斜配置してサイジングすることを特徴とする断面形状が円形の金属材料の製造方法。

【0012】（2）4方サイジングローラを最終の仕上げ圧延機の下流側に有する複数基の連続圧延機群で断面形状が円形の金属材料を製造する方法であって、前記4方サイジングローラの対向するローラ対のうち、1対のローラの各ローラ軸を被圧延材の進行方向に対して両方とも同一方向に傾斜配置し、更に、もう一方の1対のローラの各ローラ軸も被圧延材の進行方向に対して両方とも同一方向に傾斜配置してサイジングすることを特徴とする断面形状が円形の金属材料の製造方法。

【0013】（3）複数基の圧延機からなる圧延機群と、前記圧延機群の最終の仕上げ圧延機の下流側に連続配置された4方サイジングローラとで構成される断面形状が円形の金属材料を製造する装置であって、前記4方サイジングローラがローラ圧下調整機構及びローラ軸傾斜配置機構を有し、且つ、対向するローラ対のうち、1対のローラの各ローラ軸が被圧延材の進行方向に対して相互に逆方向に傾斜配置され、更に、もう一方の1対のローラの各ローラ軸が、被圧延材の進行方向に対して相互に逆方向で、しかも前記の別の1対のローラの場合とは逆の方向に傾斜配置されていることを特徴とする断面形状が円形の金属材料の製造装置。

【0014】（4）複数基の圧延機からなる圧延機群と、前記圧延機群の最終の仕上げ圧延機の下流側に連続配置された4方サイジングローラとで構成される断面形状が円形の金属材料を製造する装置であって、前記4方サイジングローラがローラ圧下調整機構及びローラ軸傾斜配置機構を有し、且つ、対向するローラ対のうち、1対のローラの各ローラ軸が被圧延材の進行方向に対して両方とも同一方向に傾斜配置され、更に、もう一方の1対のローラの各ローラ軸も被圧延材の進行方向に対して両方とも同一方向に傾斜配置されていることを特徴とする断面形状が円形の金属材料の製造装置。

【0015】以下、上記の（1）～（4）をそれぞれ（1）～（4）の発明という。

【0016】なお、既に述べたように、「ローラ」とは駆動系を有さないものであり、駆動系を有する「ロール」とは明確に区別されるものである。

【0017】「4方サイジングローラ」とは、圧延方向の同一位置に90°間隔で配置された孔型が同じである4個のサイジングのためのローラを有する装置を指す。

【0018】「4方サイジングローラの対向するローラ対のうち、1対のローラの各ローラ軸を被圧延材の進行方向に対して相互に逆方向に傾斜配置し、更に、もう一方の1対のローラの各ローラ軸を、被圧延材の進行方向に対して相互に逆方向で、しかも前記の別の1対のローラの場合とは逆の方向に傾斜配置する」とは、例えば図3に示すように、サイジングローラの各ローラ軸を逆方向に捻って配置することをいう。

【0019】又、「4方サイジングローラの対向するローラ対のうち、1対のローラの各ローラ軸を被圧延材の進行方向に対して両方とも同一方向に傾斜配置し、更に、もう一方の1対のローラの各ローラ軸も被圧延材の進行方向に対して両方とも同一方向に傾斜配置する」とは、例えば図4に示す向きにサイジングローラの各ローラ軸を傾斜配置することをいう。

【0020】本発明者らは、簡単な設備構造で、「サイズフリー圧延」を実現するための手段について種々検討を行い、下記の知見を得た。

【0021】①駆動系を持たないローラでサイジングすれば、駆動系を有する圧延ロールでサイジングする場合に比べて設備構造を簡単にすることができる。

【0022】②ローラでサイジングする場合、4方サイジングローラを用いれば、2方サイジングローラや3方サイジングローラを用いる場合に比べて幅広がり小さくでき、しかも歪分布の偏りを少なくできるために均質な製品が得られる。

【0023】そこで、4方サイジングローラを最終の仕上げ圧延機の下流側（出側）に設置する「サイズフリー圧延」について更なる検討を加えた。その結果、次の事項が明らかになった。

【0024】③仕上げ圧延機の下流側（出側）にサイジングのためのローラとして4方サイジングローラを用い、前記4方サイジングローラにローラ孔型がほぼ円形の所謂「ラウンド形状」である孔型（以下、ラウンド孔型という）を有するローラ（以下、このラウンド孔型を有するローラを「ラウンド孔型ローラ」という）を用いれば、その4方サイジングローラの対向するローラ対のうち、1対のローラの各ローラ軸を被圧延材の進行方向に対して相互に逆方向に傾斜配置し、更に、もう一方の1対のローラの各ローラ軸を、被圧延材の進行方向に対して相互に逆方向でしかも前記の別の1対のローラの場合とは逆の方向に傾斜配置してサイジングすることで、製品の断面形状をほぼ真円にして「サイズフリー圧延」を実現することができる。

【0025】ここで、4方サイジングローラのローラ孔型が「ラウンド形状」とは、図7に示すように、角度 θ により表されるサイドリリーフ部3を除く孔型底部が、単一の半径 r_1 の円弧からなる真円領域を持つ孔型形状のことをいう。なお、サイドリリーフ部3の断面は、半径が上記孔型底部の単一半径 r_1 の2倍の半径 r_2 であ

る円弧、あるいは、前記孔型底部の単一半径 r_1 の円弧に接する直線であることが多く、サイドリリーフ部3を表す角度 θ （以下、サイドリリーフ角という）は、通常 $5 \sim 25^\circ$ である。なお、4方サイジングローラによるサイジングでの自由表面部7もこの図7中に示した。

【0026】図5に、ラウンド孔型ローラを用いてローラ間隙を変化させた場合におけるローラ孔型の被圧延材の進行方向の投影形状を示す。図5（a）に示すように、ラウンド孔型ローラにおいてはローラ孔型の真円領域の半径 r_1 が仕上げ径 d の $1/2$ に等しい場合、ローラ孔型の被圧延材の進行方向の投影形状はサイドリリーフ部3を除くと真円になる。この状態から、仕上げ径を h まで小さくするためにローラで圧下すると、つまり、ローラ間隙を小さくして対向するローラの溝底間距離を h にすると、図5（b）に示すように、ローラ孔型の被圧延材の進行方向の投影形状は四角形状に近づきサイドリリーフ部における寸法 s_2 は溝底部での直径 h よりも大きくなる。しかし、ローラ間隙を小さくしてローラの溝底間距離を h にした場合でも、図5（c）に示すようにローラ軸を適正量傾斜配置すると、 $h = s_3$ となってローラ孔型の被圧延材の進行方向の投影形状を真円に近づけることができる。

【0027】④上記の③と同様に、仕上げ圧延機の下流側（出側）にサイジングのためのローラとして4方サイジングローラを用い、前記4方サイジングローラにラウンド孔型ローラを用いれば、その4方サイジングローラの対向するローラ対のうち、1対のローラの各ローラ軸を被圧延材の進行方向に対して両方とも同一方向に傾斜配置し、更に、もう一方の1対のローラの各ローラ軸も被圧延材の進行方向に対して両方とも同一方向に傾斜配置してサイジングすることで、製品の断面形状をほぼ真円にして「サイズフリー圧延」を実現することができる。

【0028】図5（a）の状態からローラ間隙を小さくして対向するローラの溝底間距離を h にすると、図5（b）に示すように、ローラ孔型の被圧延材の進行方向の投影形状は四角形状に近づきサイドリリーフ部における寸法 s_2 は溝底部での直径 h よりも大きくなることは既に述べたとおりである。しかし、ローラ間隙を小さくしてローラの溝底間距離を h にした場合に、図5（d）に示すようにローラ軸を適正量傾斜配置しても、 $h = s_4$ となってローラ孔型の被圧延材の進行方向の投影形状を真円に近づけることができる。

【0029】⑤2方サイジングローラの場合には、対向するローラの各ローラ軸を被圧延材の進行方向に対して相互に逆方向に傾斜配置すると、被圧延材に回転力が生じて捻れが発生する可能性がある。

【0030】しかし、4方サイジングローラにおいては、「対向するローラ対のうち、1対のローラの各ローラ軸を被圧延材の進行方向に対して相互に逆方向に傾斜

配置し、更に、もう一方の1対のローラの各ローラ軸を、被圧延材の進行方向に対して相互に逆方向でしかも前記の別の1対のローラの場合とは逆の方向に傾斜配置しても被圧延材には捻れが殆ど発生しない。これは、4方サイジングローラの場合にはローラ対が2つあるため、両者の回転力を相殺させることによって被圧延材に対して発生する回転力を抑制できるからである。

【0031】本発明は上記の知見に基づいて完成されたものである。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の断面形状が円形の金属材の製造方法及びその製造装置について説明する。

【0033】図1は、(1)の発明に係る断面形状が円形の金属材の製造方法及び(3)の発明に係る断面形状が円形の金属材の製造装置を説明する図である。つまり、図1は、最終の仕上げ圧延機の下流側(出側)に設置した4方サイジングローラ S_n の対向するローラ対のうち、1対のローラ1の各ローラ軸4を被圧延材2の進行方向に対して相互に逆方向に傾斜配置し、更に、もう一方の1対のローラ1の各ローラ軸4を、被圧延材2の進行方向に対して相互に逆方向でしかも前記の別の1対のローラの場合とは逆の方向に傾斜配置する1つの方法を示す図である。なお、図1(a)は正面図、図1(b)は側面図である。

【0034】図2は、(2)の発明に係る断面形状が円形の金属材の製造方法及び(4)の発明に係る断面形状が円形の金属材の製造装置を説明する図である。つまり、図2は前記4方サイジングローラ S_n の対向するローラ対のうち、1対のローラ1の各ローラ軸4を被圧延材2の進行方向に対して両方とも同一方向に傾斜配置し、更に、もう一方の1対のローラ1の各ローラ軸4も被圧延材2の進行方向に対して両方とも同一方向に傾斜配置する1つの方法を示す図である。この図において(a)は正面図、(b)は側面図である。

【0035】被圧延材2は、連続配置された複数基の圧延機からなる圧延機群5で繰り返しの減面圧延加工を受ける。そして、圧延機群5における最終の仕上げ圧延機で減面圧延加工を受けた後、この最終の仕上げ圧延機の下流側(出側)に設置した4方サイジングローラ S_n で所望の仕上げ径を有する断面形状が円形の金属材にサイジングされる。4方サイジングローラ S_n のロール孔型は既に述べたラウンド形状である。

【0036】本発明においては、最終の仕上げ圧延機の下流側に設置する4方サイジングローラ S_n で所望の仕上げ径を有する断面形状が円形の金属材に仕上げるが、サイジングのためのローラは1基である必要はない。上記最終の仕上げ圧延機の下流側に複数基のサイジングローラからなる所謂「サイジングローラユニット」6を設置しても良く、サイジングローラユニット6における最

終のサイジングローラが4方サイジングローラ S_n でありさえすれば良い。

【0037】前記の圧延機群5を構成する圧延機は特に規定されるものではなく、通常の2ロール圧延機、3ロール圧延機や4ロール圧延機からなるもので良い。但し、圧延機が90°位相で連続配置された2ロール圧延機の場合には、3ロール圧延機又は4ロール圧延機と比べて、各圧延スタンド毎の減面率が大きくとれるため必要となるスタンド数が少なく、更に、2ロール圧延機の場合、構造が簡単で設備コストが低く、ロールの交換や芯出しなどのメンテナンスが容易であるため、大量生産に適している。

【0038】なお、(3)、(4)の発明の場合に、圧延機群5を構成する圧延機をすべて45°位相で連続配置された4ロール圧延機からなる圧延機群とし、サイジングローラユニット6におけるサイジングローラもすべて45°位相で連続配置された4方サイジングローラからなるものとすれば、被圧延材は4方向から圧下されるため断面内の歪が均等に分布する。このため、難加工材料であっても疵などを生ずることなく所望の仕上げ径を有する断面形状が円形の金属材に仕上げるができる。したがって、上記のようにした製造装置は、例えば、チタンなど難加工材料の圧延に適している。

【0039】最終のサイジングローラである4方サイジングローラ S_n はローラ1の圧下調整機構(図示せず)を有するとともに、前記ローラ1の各ローラ軸4を被圧延材2の進行方向に対して傾斜配置する機構(図示せず)を有しているものである。

【0040】4方サイジングローラ S_n におけるローラ1の圧下調整は、予め実験などにより求めておいたミル剛性を考慮して行えば良い。なお、このローラ1の圧下調整機構には、例えば、圧下スクリーンと偏心スリーブなどを用いた機構を用いれば良い。又、ローラ1の各ローラ軸4を被圧延材2の進行方向に対して傾斜配置する機構としては、例えば、慣用手段であるジャッキ機構や油圧機構などを用いれば良い。

【0041】サイズフリー領域は最終のサイジングローラである4方サイジングローラ S_n のローラ孔型の真円領域の半径 r_n の2倍以下の範囲に設定できる。既に図5(a)について述べたように、サイジング寸法が4方サイジングローラ S_n のローラ孔型の真円領域の半径 r_n の2倍に等しい場合、ローラ軸の傾斜角を0°とすると、被圧延材の進行方向から見たローラ孔型の投影形状はサイドリリーフ部3を除くと真円になる。ローラ間隙を狭くしてサイジング寸法を小さくした場合には、図5(c)や図5(d)に示すように、ローラ軸を適正角度傾斜配置することにより、ローラ孔型の被圧延材の進行方向の投影形状をサイドリリーフ部を除いてほぼ真円にすることができる。

【0042】4方サイジングローラ S_n による圧延での

形状は、その前に位置する仕上げ圧延機 S_{n-1} (あるいはサイジングローラ S_n) のロール孔型 (あるいはローラ孔型) の形状により決まってしまう。したがって、偏径差を小さくするために、4方サイジングローラ S_n の1基前の圧延機 S_{n-1} のロール孔型 (あるいはサイジングローラ S_n のローラ孔型) もラウンド孔型とし、その真円領域の半径 r_{n-1} を4方サイジングローラ S_n の真円領域の半径 r_n の近傍、例えば $0.95 r_n \leq r_{n-1} \leq 1.05 r_n$ に設定しておくことが望ましい。

【0043】最終のサイジングローラである4方サイジングローラ S_n の対向するローラ1の各ローラ軸4を被圧延材2の進行方向に対して傾斜配置するには、例えば、図1や図2に示す方法がある。これらの場合の詳細をそれぞれ図3、図4に示す。

【0044】すなわち、図3は、4方サイジングローラの対向するローラ対のうち、1対のローラの各ローラ軸を被圧延材の進行方向に対して相互に逆方向に傾斜配置し、更に、もう一方の1対のローラの各ローラ軸を、被圧延材の進行方向に対して相互に逆方向でしかも前記の別の1対のローラの場合とは逆の方向に傾斜配置する場合の1つの例の詳細を示す図である。

【0045】図4は、4方サイジングローラの対向するローラ対のうち、1対のローラの各ローラ軸を被圧延材の進行方向に対して両方とも同一方向に傾斜配置し、更に、もう一方の1対のローラの各ローラ軸も被圧延材の進行方向に対して両方とも同一方向に傾斜配置する場合の1つの例の詳細を示す図である。

【0046】なお、図3、図4において (a) は正面 *

$$L/d_0 \leq 8.1 / \{1 - (d/d_0)^2\}^{0.5} \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

以下、実施例により本発明を更に詳しく説明する。

【0050】

【実施例】(実施例1) 素材直径25mmに対して、孔型の真円領域の半径が12.5mmであるラウンド孔型ローラを用いる従来技術1に類似の方法及び、孔型の真円領域の半径が12.0mmであるラウンド孔型ローラを用いる従来技術2に類似の方法でサイジングする場合の偏径差を幾何学的に求めた。なお、孔型底部における直径 (対向するローラ孔型の溝底間距離) D とサイドリリーフ部における寸法 s との差の絶対値が偏径差になると仮定した。以下、このようにして求めた偏径差を幾何学的偏径差という。

【0051】結果を図8に示す。従来技術1に類似の方法でサイジングする場合には、仕上げ径つまり製品径の変化に応じて幾何学的偏径差は図8中に L_1 の線で示すように変化する。この図から、例えば幾何学的偏径差を $50 \mu\text{m}$ 以下に抑えるためには、従来技術1に類似の方法でサイジングする場合、サイズフリー領域は24.1

【0052】従来技術2に類似の方法でサイジングする場合には、幾何学的偏径差は図8中に L_2 で示す線とな

* 図、(b) は側面図、(c) は平面図である。

【0047】後述の実施例で詳しく述べるように、ローラの圧下量が大きくなるにつれて、つまり、ローラ間隙が狭くなってサイジング寸法が小さくなるにつれて、ローラ軸の傾斜角 ϕ (例えば、図3参照) は大きく設定する必要があるが、製品である被圧延材に疵を発生させないために、前記 ϕ は $0 \sim 8^\circ$ の範囲で設定すれば良い。なお、図3、図4に例示するように4方サイジングローラのローラ1の各ローラ軸4を被圧延材の進行方向に対して傾斜配置する場合、各ローラに関する前記の傾斜角 ϕ はすべて同じ値にする必要がある。

【0048】既に述べたように、ローラは駆動系を有しない。このため、最終の仕上げ圧延機 S_{n-1} あるいはサイジングローラ S_{n-1} と4方サイジングローラ S_n の間では被圧延材に圧縮力が作用する。したがって、この圧縮力による被圧延材の座屈を防止するために、最終の仕上げ圧延機 S_{n-1} あるいはサイジングローラ S_{n-1} と4方サイジングローラ S_n の距離を小さく設定することが望ましい。例えば、最終の仕上げ圧延機 S_{n-1} のロール軸あるいはサイジングローラ S_{n-1} のローラ軸と4方サイジングローラ S_n のローラ軸の距離 L は、4方サイジングローラ S_n でサイジングされる直前の被圧延材の径 d_0 に対して、 $L \leq (40 \sim 50) d_0$ 、好ましくは $L \leq (10 \sim 20) d_0$ とするのが良い。なお、後述の実施例4及び5で明らかにするが、 L/d_0 が下記の式①を満たせば座屈を発生させることなく所望の仕上げ径 d にサイジングできる。

【0049】

って製品径とともに変化する。したがって、幾何学的偏径差を $50 \mu\text{m}$ 以下に抑えるためには、従来技術2に類似の方法でサイジングする場合、サイズフリー領域は23.1

【0053】次に、仕上げ径25mmを基準とする孔型のローラ、つまり孔型の真円領域の半径が12.5mmであるラウンド孔型ローラを用いて、(1)の発明及び(2)の発明の方法でサイジングする場合の偏径差を幾何学的に求めた。

【0054】表1に、この時の4方サイジングローラにおけるラウンド孔型ローラの形状の詳細を示す。表1におけるローラ直径とは、ローラ孔型底部における直径を指す。なお、この場合、(1)の発明の方法でローラ軸を傾斜配置して仕上げ圧延しても、(2)の発明の方法でローラ軸を傾斜配置して仕上げ圧延しても、幾何学的偏径差は等しいものとなる。

【0055】

【表1】

表 1

真円領域の半径	12.5mm
サイドリリーフ角 θ	30°
サイドリリーフ部半径	25.0mm
ローラ直径	150.0mm

【0056】(1)の発明及び(2)の発明の方法においては、圧下量を増加させるにつれて、つまり、ローラ間隙を狭めてサイジング寸法を小さくするにつれて、ローラ軸の傾斜角 ϕ を大きく設定する必要がある。そして、幾何学的偏径差が最小となる傾斜角(以下、適正傾斜角)を求めると、図9中に示す線となる。この適正傾斜角を用いた場合の幾何学的偏径差を仕上げ径毎に求めると図8中のLPで示す線になる。

【0057】このLPで示される線の傾きを図8中のL1で示される線の傾きと比較すれば、(1)の発明や(2)の発明の方法によって、幾何学的偏径差を従来技術1に類似の方法でサイジングする場合の1/20に抑制できることがわかる。同様に、LPで示される線を図8中のL2で示される線と比較すれば、(1)の発明や(2)の発明の方法によって、幾何学的偏径差を従来技術2に類似の方法でサイジングする場合に比べて極めて小さい値に抑制できることがわかる。

【0058】(実施例2)通常の方法で溶製、分塊圧延して作製したJIS G 4051に規定されたS45Cのピレットを、通常の方法によって2ロール圧延機群で直径25mmに圧延した後、表1に示したラウンド孔型ローラを有する4方サイジングローラSnを用いて、前記(1)の発明のサイジング方法と(2)の発明のサイジング方法によって仕上げ径(製品径)20~24.6mmにサイジングして偏径差を測定した。なお、2ロール圧延機群における最終の仕上げ圧延機Sn-1のロール軸と4方サイジングローラSnのローラ軸の距離Lは、最終の仕上げ圧延機Sn-1で圧延された後の被圧延材の直径、つまり、4方サイジングローラSnでサイジングされる直前の被圧延材の直径d0(25mm)の10倍(10d0=250mm)となるように設定した。

【0059】図10及び図11に、それぞれ(1)の発明の方法及び(2)の発明の方法でサイジングした場合の偏径差を示す。

【0060】この図10、図11によれば、実機でサイジングした場合の偏径差は、幾何学的偏径差(図8のLP線)よりも少し大きい。これはベアリングの所謂「がた」などに起因し、従来技術1や従来技術2においても実機で圧延した場合の偏径差は、幾何学的偏径差よりも少し大きくなる。なお、前記した(1)の発明の方法でサイジングした場合と(2)の発明の方法でサイジングした場合とで偏径差に殆ど差は認められない。

【0061】更に、図10と図11から、(1)の発明や(2)の発明のサイジング方法によれば、20~24.6mmのすべての製品径(仕上げ径)の範囲における偏径差を0.05mm(50 μ m)未満の極めて小さい値に抑えることができ、サイズフリー領域が極めて大きくなることが明らかである。加えて、図10、図11から、(1)の発明や(2)の発明のサイジング方法の場合には、サイズフリー領域は偏径差によって制約されず、ローラ軸の傾斜角 ϕ の設定によって制約を受けることが想定される。

【0062】ローラ孔型の投影形状をほぼ真円にするためには、サイジング寸法が小さくなるにつれてローラ軸の傾斜角 ϕ を大きく設定する必要がある。しかし、ローラ軸の傾斜角 ϕ を大きく設定すると、ローラ溝底部におけるローラと被圧延材との接触領域8が図12に示すように広がり、このため被圧延材に疵が生じることがある。

【0063】そこで次に、被圧延材に疵を生じさせないローラ軸の傾斜角 ϕ を求めるために、通常の方法で溶製、分塊圧延して作製したJIS G 4051に規定されたS45Cのピレットを、通常の方法によって2ロール圧延機群で圧延した後、前記の表1に示したラウンド孔型ローラを有する4方サイジングローラSnを用いて、前記(1)の発明のサイジング方法と(2)の発明のサイジング方法によって、ローラ軸の傾斜角 ϕ を0~10°の範囲で変えて仕上げ圧延して、被圧延材の表面における疵発生の有無を目視観察した。この結果、被圧延材に疵が発生しないローラ軸の傾斜角 ϕ は最大8°であることがわかった。

【0064】既に示した図9から、ローラ軸の傾斜角 ϕ が8°の時の仕上げ径(製品径)は21.2mmである。したがって、図10及び図11から、偏径差を0.05mm未満とした場合でも、上記(1)の発明のサイジング方法や(2)の発明のサイジング方法におけるサイズフリー領域は基準の仕上げ径である25mmに対して3mmを超える極めて大きなものとなることができ

【0065】(実施例3)通常の方法で溶製した純チタンのピレットを通常の方法で直径25mmに熱間圧延し、次いで、45°位相で連続配置された4ロール圧延機からなる圧延機群で圧延し、最後に表1に示したラウンド孔型を有する4方サイジングローラSnを用いて、前記(1)の発明のサイジング方法と(2)の発明のサイジング方法によって仕上げ径(製品径)21.5~24.6mmに仕上げて偏径差を測定した。更に、被圧延材の表面における疵発生の有無を目視観察した。

【0066】その結果、偏径差と製品径(仕上げ径)との関係は図10、図11とほぼ同等であり、又、仕上げた製品の表面に疵は認められなかった。

【0067】(実施例4)通常の方法で溶製、分塊圧延

して作製したJIS G 4051に規定されたS45Cのピレットを、通常の方法によって2ロール圧延機群で直径25mmに圧延した後、表1に示したラウンド孔型ローラを有する4方サイジングローラS_nを用いて、前記(1)の発明のサイジング方法によって仕上げ径(製品径)20.5~24.5mmに仕上げて座屈の発生状況を調査した。なお、2ロール圧延機群における最終の仕上げ圧延機S_{n-1}のロール軸と4方サイジングローラS_nのローラ軸の距離Lは、最終の仕上げ圧延機S_{n-1}で圧延された後の被圧延材の直径、つまり、4方サイジングローラS_nでサイジングされる直前の被圧延材の直径d₀(25mm)の10倍~50倍(10d₀~50d₀=250~1250mm)の範囲で変えて、上記距離Lの座屈発生に及ぼす影響について検討した。

【0068】図13にL/d₀と製品径(仕上げ径)dの違いによる座屈発生状況の差を示す。図において「○」は座屈が生じなかったことを、「×」は座屈が生じたことを示す。

【0069】この図13によれば、L/d₀が小さい、換言すれば、最終の仕上げ圧延機S_{n-1}のロール軸と4方サイジングローラS_nのローラ軸の距離Lが小さいほど、広い範囲の製品径に亘って座屈を発生させることなくサイジングできることが明らかである。例えば、L/d₀=40の場合には、座屈を発生させることなくサイジングできる製品径は24.5mmだけであったが、L/d₀=10の場合には、20.5~24.5mmのすべての製品径で座屈は生じなかった。

【0070】同様に、前記(2)の発明のサイジング方法によって仕上げ径(製品径)20.5~24.5mmに仕上げて座屈の発生状況を調査した。その結果、L/d₀と製品径(仕上げ径)dの違いによる座屈発生状況は図13と同じであった。

【0071】(実施例5)通常の方法で溶製、分塊圧延して作製したJIS G 4051に規定されたS45Cのピレットを、通常の方法によって2ロール圧延機群で直径50mmに圧延した後、表2に示したラウンド孔型ローラを有する4方サイジングローラS_nを用いて、前記(1)の発明のサイジング方法によって仕上げ径(製品径)45.5~49.5mmに仕上げて座屈の発生状況を調査した。なお、2ロール圧延機群における最終の仕上げ圧延機S_{n-1}のロール軸と4方サイジングローラS_nのローラ軸の距離Lは、最終の仕上げ圧延機S_{n-1}で圧延された後の被圧延材の直径、つまり、4方サイジングローラ*

$$L/d_0 \leq 8.1 / \{1 - (d/d_0)^2\}^{0.5} \dots \textcircled{1}$$

【0079】

【発明の効果】本発明の製造方法によれば、仕上げ断面形状がほぼ真円で偏径差が極めて小さく、しかも広いサイズフリー領域を有する実用的なサイズフリー圧延を行うことができる。本発明の製造方法は、本発明の製造装置を使用することによって比較的容易に実施することが

*ラS_nでサイジングされる直前の被圧延材の直径d₀(50mm)の10倍~60倍(10d₀~60d₀=500~3000mm)の範囲で変えて、上記距離Lの座屈発生に及ぼす影響について検討した。

【0072】

【表2】

表 2

真円領域の半径	25.0mm
サイドリリーフ角θ	30°
サイドリリーフ部半径	50.0mm
ローラ直径	150.0mm

【0073】図14にL/d₀と製品径(仕上げ径)dの違いによる座屈発生状況の差を示す。図において「○」は座屈が生じなかったことを、「×」は座屈が生じたことを示す。

【0074】この図14からも、L/d₀が小さい、換言すれば、最終の仕上げ圧延機S_{n-1}のロール軸と4方サイジングローラS_nのローラ軸の距離Lが小さいほど、広い範囲の製品径に亘って座屈を発生させることなくサイジングできることが明らかである。例えば、L/d₀=50の場合には、座屈を発生させることなくサイジングできる製品径は49.5mmだけであったが、L/d₀≤20の場合には、45.5~49.5mmのすべての製品径で座屈は生じなかった。

【0075】同様に、前記(2)の発明のサイジング方法によって仕上げ径(製品径)45.5~49.5mmに仕上げて座屈の発生状況を調査した。その結果、L/d₀と製品径(仕上げ径)dの違いによる座屈発生状況は図14と同じであった。

【0076】実施例4及び実施例5の結果から、最終の仕上げ圧延機S_{n-1}のロール軸あるいはサイジングローラS_{n-1}のローラ軸と4方サイジングローラS_nのローラ軸の距離Lは、4方サイジングローラS_nでサイジングされる直前の被圧延材の径d₀に対して、L≤(40~50)d₀とすれば良く、L≤(10~20)d₀とすればより好ましいことがわかる。

【0077】なお、既に述べたように、L/d₀が下記式①を満たせば座屈を発生させることなく所望の仕上げ径dにサイジングできることも明らかである。

【0078】

できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るサイジング方法を説明する図で、(a)は正面図、(b)は側面図である。

【図2】本発明に係るサイジング方法を説明する別の図で、(a)は正面図、(b)は側面図である。

【図3】4方サイジングローラの対向するローラ対のうち、1対のローラの各ローラ軸を被圧延材の進行方向に対して相互に逆方向に傾斜配置し、更に、もう一方の1対のローラの各ローラ軸を、被圧延材の進行方向に対して相互に逆方向で、しかも前記の別の1対のローラの場合とは逆の方向に傾斜配置する場合の1つの例の詳細を示す図で、(a)は正面図、(b)は側面図、(c)は平面図である。

【図4】4方サイジングローラの対向するローラ対のうち、1対のローラの各ローラ軸を被圧延材の進行方向に対して両方とも同一方向に傾斜配置し、更に、もう一方の1対のローラの各ローラ軸も被圧延材の進行方向に対して両方とも同一方向に傾斜配置する場合の1つの例の詳細を示す図で、(a)は正面図、(b)は側面図、(c)は平面図である。

【図5】4方サイジングローラにラウンド孔型ローラを用いてローラ間隙を変化させた場合のローラ孔型の被圧延材の進行方向の投影形状を示す図である。(a)はローラ孔型の真円領域の半径 r_1 が仕上げ径 d の $1/2$ に等しい場合の投影形状、(b)は、ローラ間隙を小さくしてローラの溝底間距離を h にした場合のローラ孔型の投影形状、(c)は、ローラ間隙を小さくする際に、サイジングローラの各ローラ軸を傾斜配置した場合のローラ孔型の投影形状、(d)はローラ間隙を小さくする際に、サイジングローラの各ローラ軸を別の方法で傾斜配置した場合のローラ孔型の投影形状である。

【図6】4ロール圧延機を用いた従来法でサイズフリー圧延して得られた製品の断面形状を示す図で、(a)はほぼ真円、(b)は4角形状である。

【図7】4方サイジングローラにおける「ラウンド形状」のローラ孔型の断面図である。

【図8】従来のサイズフリー圧延に類似の方法と本発明に係る方法でサイジングした場合の製品径（仕上げ径）と幾何学的に求めた偏径差との関係を示す図である。

【図9】本発明に係る方法でサイジングした場合の製品径（仕上げ径）と適正傾斜角の関係を説明する図である。

*

*【図10】本発明に係る方法でサイジングした場合の製品径（仕上げ径）と偏径差との関係を示す図である。

【図11】本発明に係る別の方法でサイジングした場合の製品径（仕上げ径）と偏径差との関係を示す図である。

【図12】ローラ溝底部におけるローラと被圧延材の接触領域を示す図である。

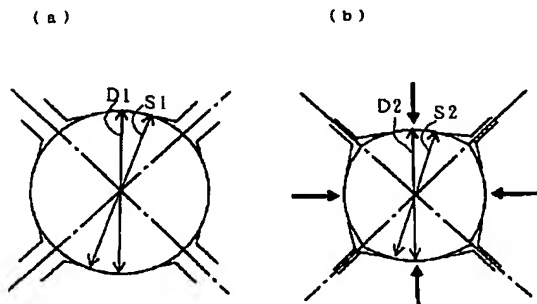
【図13】本発明に係る方法でサイジングした場合の、 L/d_0 （ L ：最終の仕上げ圧延機のロール軸と4方サイジングローラのローラ軸の距離、 d_0 ：4方サイジングローラでサイジングされる直前の被圧延材の直径）と製品径（仕上げ径） d の違いによる座屈発生状況を示す図である。

【図14】本発明に係る方法でサイジングした場合の、 L/d_0 （ L ：最終の仕上げ圧延機のロール軸と4方サイジングローラのローラ軸の距離、 d_0 ：4方サイジングローラでサイジングされる直前の被圧延材の直径）と製品径（仕上げ径） d の違いによる座屈発生状況を示す別の図である。

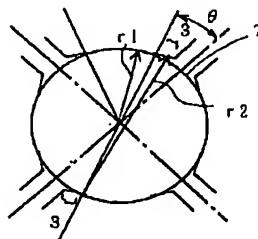
【符号の説明】

- 1：ロール、
- 2：被圧延材、
- 3：サイドリリーフ部、
- 4：ローラ軸、
- 5：圧延機群、
- 6：サイジングローラユニット、
- 7：自由表面部、
- 8：ローラと被圧延材との接触領域、
- θ ：サイドリリーフ角、
- ϕ ：ローラ軸の傾斜角、
- d ：仕上げ径、
- h ：ローラ溝底間距離、
- S_n ：最終の仕上げ圧延機の下流側に設置する最終の4方サイジングローラ
- S_{n-1} ：圧延機群5における最終の仕上げ圧延機
- S_{n-2} 、 S_{n-3} ：圧延機

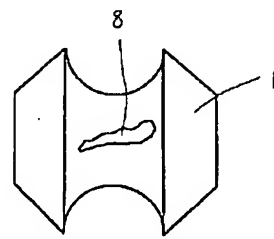
【図6】



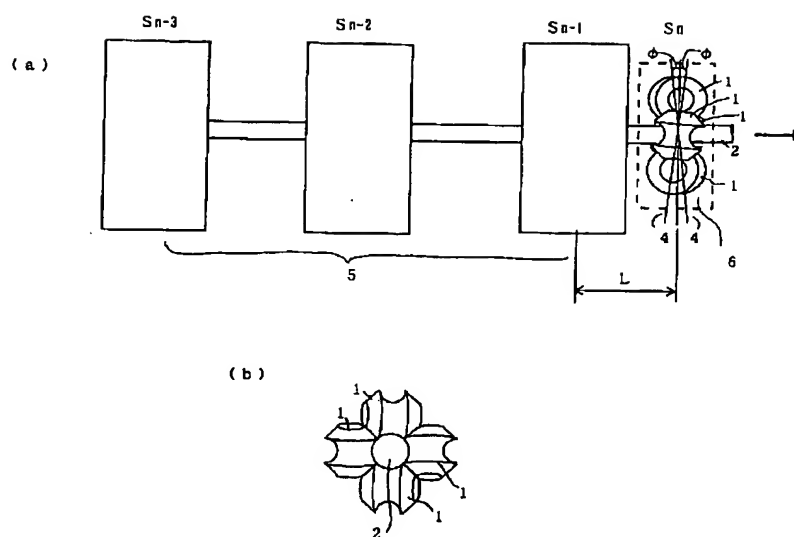
【図7】



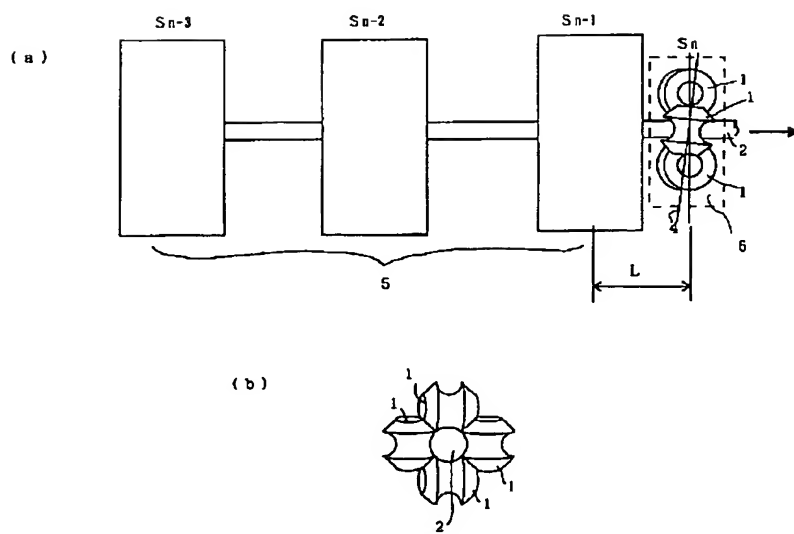
【図12】



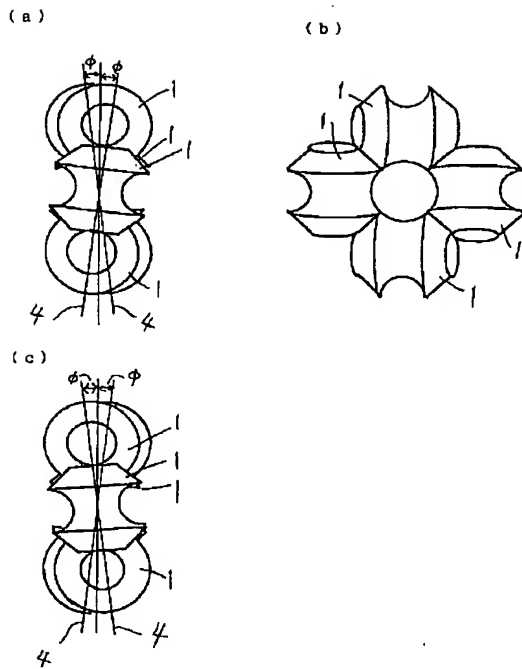
【図1】



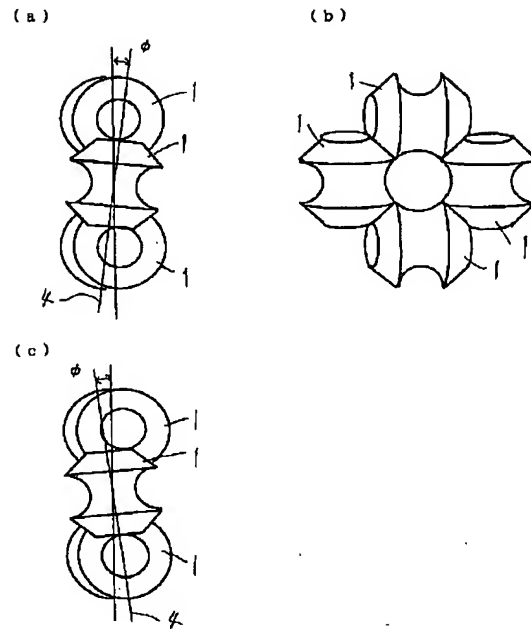
【図2】



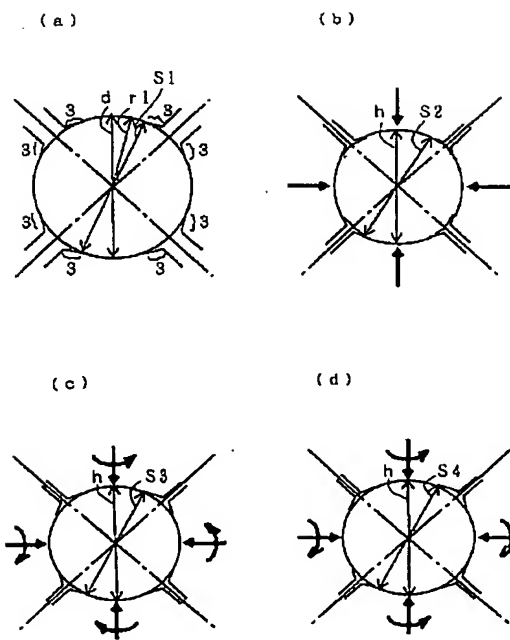
【図3】



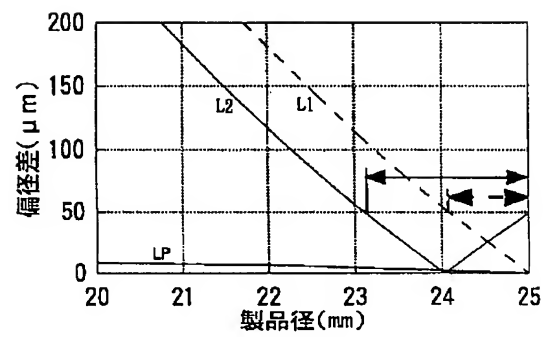
【図4】



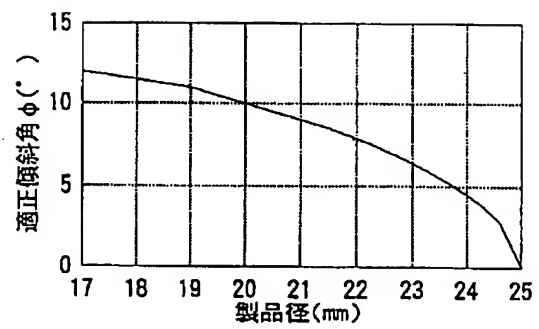
【図5】



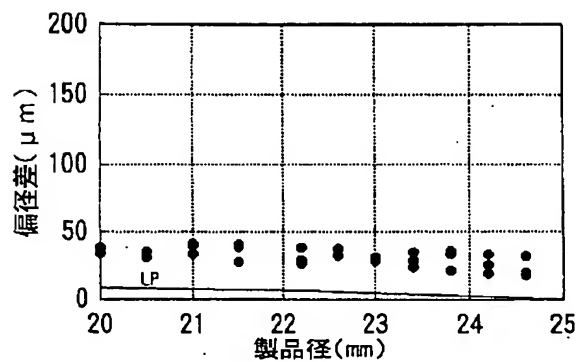
【図8】



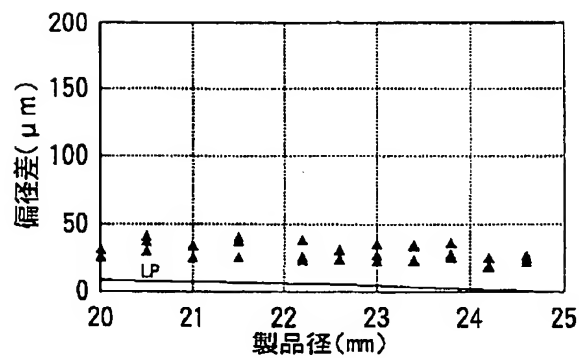
【図9】



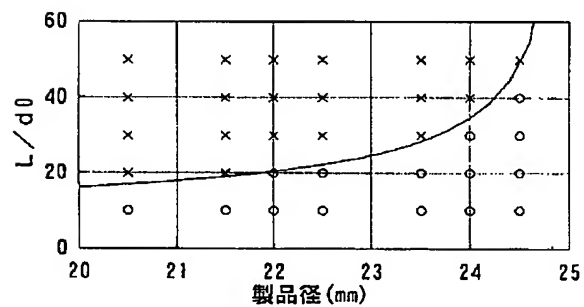
【図10】



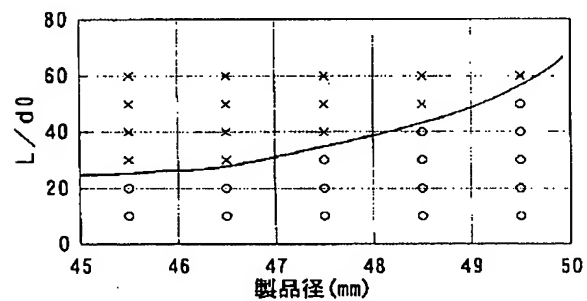
【図11】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 秋山 雅義
大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住
友金属工業株式会社内

Fターム(参考) 4E002 AC12 AC14 BA01 BB01 BB06
BB08 BB20 CA13 CA19